

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59027581  
PUBLICATION DATE : 14-02-84

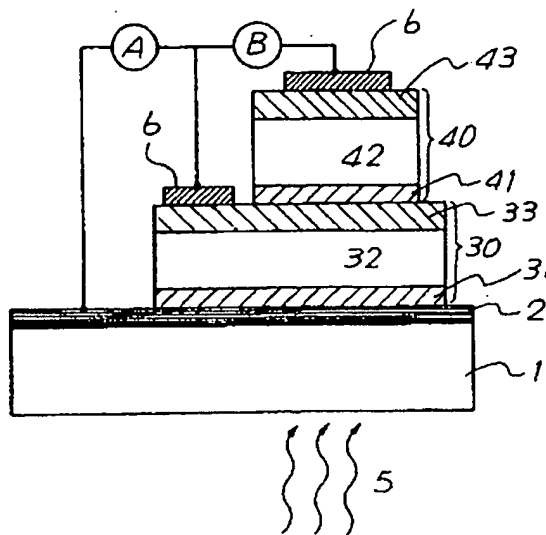
APPLICATION DATE : 03-08-82  
APPLICATION NUMBER : 57135559

APPLICANT : SEISAN GIJUTSU SHINKO KYOKAI;

INVENTOR : NISHIMOTO NAOAKI;

INT.CL. : H01L 31/10 G01J 1/02

TITLE : OPTICAL SENSOR



ABSTRACT : PURPOSE: To enable to increase the number of outputs as the number of layers increases and to further precisely detect light spectrum by laminating two or more photoelectric converting elements which have semiconductor junctions of hydrogenated amorphous silicon compound layer in a multilayer state on a conductive substrate, and producing an electrode terminal from the respective elements.

CONSTITUTION: A glow discharge is performed by a high frequency power source using a capacity coupling device on a substrate, on which a transparent conductive layer 2 such as  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{In}_2\text{O}_3$  is deposited, with silane glass as a raw material under the prescribed conditions, a P type layer 31, an i type layer 32 and an N type layer 33 are accumulated to form a photoelectric converting element 30. Similarly, a P type layer 41, an i type layer 42 and an N type layer 43 are accumulated on the element 30, thereby forming a photoelectric converting element 40. The short wavelength light of the light is absorbed to the optical sensor at the element 30 of the incoming light incident side, and the relatively long wavelength light is absorbed at the element 40. Since the outputs A, B have different spectral sensitivities and independently vary according to the wavelength of the incident light in this manner, the spectrum of the incident light can be identified by the electric calculation such as the addition, subtraction, division of the combination thereof.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)  
⑭ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭59—27581

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 31/10  
G 01 J 1/02

識別記号  
庁内整理番号  
7021—5F  
7145—2G

④ 公開 昭和59年(1984)2月14日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑥ 光センサ

横浜市緑区鴨志田町1000番地三  
菱化成工業株式会社総合研究所  
内

⑦ 特 願 昭57—135559

⑧ 出 願 昭57(1982)8月3日

⑨ 発 明 者 浜川圭弘

川西市南花屋敷三丁目17の4

⑩ 発 明 者 西本直明

⑪ 出 願 人 社団法人生産技術振興協会

吹田市藤白台五丁目125の18大

阪大学工業館内

⑫ 代 理 人 弁理士 長谷川一 外1名

明 細 書

1 発明の名称

光 セ ン サ

2 特許請求の範囲

(1) 導電性基板上に、水素化非晶質珪素化合物の半導体接合を有する光電変換素子を少なくとも2個以上多層状に積層し、且つ、該各光電変換素子から電極端子を取り出したことを特徴とする光センサ。

(2) 光電変換素子が、水素化非晶質珪素化合物の真性半導体層、P形半導体層およびn形半導体層のうちの2種の層により形成される半導体接合を少なくとも1個以上有するものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

(3) 光電変換素子が、水素化非晶質珪素化合物の真性半導体層を有し、水素化非晶質珪素化合物のP形半導体層とn形半導体層を積層したものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

(4) 真性半導体層が、200～20,000Åの膜厚を有するものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

の膜厚を有するものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

(5) P形半導体層が、50～500Åの膜厚を有するものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

(6) n形半導体層が、50～1,000Åの膜厚を有するものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

(7) 少なくとも2個以上積層された光電変換素子が、水素化非晶質珪素化合物の真性半導体層を有し、且つ、各素子の真性半導体層の膜厚が異なるものである特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

(8) 水素化非晶質珪素化合物層が、さらに水素化微結晶珪素化合物を含む特許請求の範囲第1項記載の光センサ。

3 発明の詳細な説明

本発明は、水素化非晶質珪素化合物（以下、a-Si:Hと略す）を使用した、可視光領域の色を有利に判別することができる光センサに關

するものである。

光センサは、光コードの読み取り、光スイッチ機能等を有し、現在、広い分野で応用されている。なかでも可視光領域の色を判別するカラーセンサは、顔料、染料などの色識別や色ムラ判別、カラーコードの物品仕分け、或いは、医療分野への応用など、多方面での応用が期待され、種々のカラーセンサが提案されている。

従来、 $\alpha$ -Si:Hを使用したカラーセンサは、色の識別のために色フィルターを使用している。すなわち、赤、緑および青の3枚のフィルターを装着した3個の素子を並置して使用している。そのため、空間的な分解能が低くなり、小型化や集積化が難しい。

本発明者等は、かかる点に留意して鋭意検討した結果、 $\alpha$ -Si:Hの半導体接合を有する光電変換素子を多層構造とし、各層の素子から電極端子を取り出し、その出力を適宜演算処理すれば、色フィルターを使用することなく、可視光領域の色を有利に判別することができること

本発明においては、特に、P-i-n接合を有する光電変換素子が好ましい。

上記P層およびn層の膜厚は、膜のシート抵抗を小さくするためある程度の厚さは必要であるが、あまり厚くするとP層およびn層での光の吸収量が増え、光担体生成層であるi層に到達する光量が減少し、その結果、光電流の減少をもたらすことがあるので、通常、P層は $50 \sim 500 \text{ \AA}$ およびn層は $50 \sim 1,000 \text{ \AA}$ の範囲から選ばれる。

また、i層の膜厚は、 $200 \sim 20,000 \text{ \AA}$ の範囲から選ばれる。 $200 \text{ \AA}$ より薄いと十分な光電流を得ることができず、 $20,000 \text{ \AA}$ より厚いと $\alpha$ -Si:H中の担体の移動度が小さく、光電流が低下することがある。

$\alpha$ -Si:H層の作製法は、反応性スパッタリング法、イオンビーム蒸着法、グロー放電分解法等が挙げられるが、均一で大面積の、しかも、高光導電性を有する層を与えるグロー放電分解法が好適である。

## 特開昭59- 27581(2)

を知得し、本発明を完成するに至った。

即ち、本発明の要旨は、導電性基板上に、水素化非晶質炭素化合物層の半導体接合を有する光電変換素子を少なくとも2個以上多層状に積層し、且つ、該各光電変換素子から電極端子を取り出したことを特徴とする光センサに存する。

以下、本発明を説明する。

本発明の光センサは、光電変換素子を少なくとも2個以上積層した多層構造を形成している。層の数が多ほど出力数が増し、さらに精密な光スペクトルを検出することができるので有利である。

本発明の光電変換素子は、 $\alpha$ -Si:H層の半導体接合を有する。

半導体接合は、 $\alpha$ -Si:Hの真性半導体層(i層)、P形半導体層(P層)およびn形半導体層(n層)のうちの2種の層により形成される。例えば、P層とn層とが接合したP-n接合、P層とi層とn層とが接合したP-i-n接合などが挙げられる。

具体的には、例えば、ステンレス、モリブデン、アルミニウム等の金属板、或いは、ポリエステルフィルム等の有機フィルムやガラス、金属セラミックス等の表面を酸化インジウム( $\text{In}_2\text{O}_3$ )、酸化スズ( $\text{SnO}_2$ )等を蒸着処理した導電性基板を $200 \sim 350^\circ\text{C}$ に加熱し、シランガス等のガス圧力を $0.1 \sim 3 \text{ Torr}$ に保ち、グロー放電することにより、基板上に $\alpha$ -Si:H層を形成することができる。グロー放電の形式としては、直流法、高周波法のいずれも使用することができる。

P層およびn層を形成する場合、原料ガスにドーピングガスとして夫々 $\text{B}_2\text{H}_6$ および $\text{PH}_3$ を混合すればよい。これらドーピングガスの分圧は、 $\text{B}_2\text{H}_6$ または $\text{PH}_3$ と $\text{SiH}_4$ の比で $0.001 \sim 0.05$ の範囲で混合する。

上記グロー放電分解法で得られる $\alpha$ -Si:H層中には、 $5 \sim 50$ 原子%程度の水素が含まれており、 $\alpha$ -Si:H中のダングリングボンドを低減し、光導電性の向上に寄与している。

原料ガスを適宜変化させ、上記の方法により、P層、n層およびi層を所望の順序に連続的に積層すれば、本発明の半導体接合を有する光電変換素子を形成することができる。この操作を繰り返すことによつて、光電変換素子の多層構造を形成することができる。

次に、本発明の光センサの一例を第1図によつて更に説明する。

ガラス板ノ上に、常法により、 $\text{SnO}_2$  または  $\text{In}_2\text{O}_3$  等の透明導電層2を蒸着した基板の上に、高周波電源で容量結合型の装置を用い、シランガスを原料として、ガス圧力0.1〜3 Torr、高周波出力20〜300 W、基板温度200〜350℃、原料ガス流量10〜200 ml/分の条件下、グロー放電を行ない、P層31、i層32およびn層33を堆積させて光電変換素子30を形成する。次いで、この光電変換素子30上に、同様にしてP層41、i層42およびn層43を堆積させて光電変換素子40を形成する。その際、P層を形成する場合に、原

特開昭59-27581(3)

料ガス中に  $\text{B}_2\text{H}_6$  を混合し、また、n層を形成する場合に、原料ガス中に  $\text{PH}_3$  を混合する。

そして、光電変換素子30および40に、アルミニウム、モリブデン、ステンレス等の金属、或いは、前述の透明導電層等で電極6を設けて光センサを作製する。

かかる光センサに、ガラス板ノ側から光を入射させると、光入射側にある光電変換素子30では短波長光が吸収され、また、光電変換素子40では、光電変換素子30で吸収されなかつた比較的長波長光が吸収される。即ち、短波長成分が多い光が入射した場合は、④の出力が大きく、③の出力が小さい。逆に、長波長成分が多い光が入射した場合は、④の出力が小さく、③の出力が大きい。

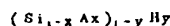
このように、③および④の出力は、夫々、波長依存性(分光感度)が異なり、入射光の波長により夫々独立に変化するので、これらの電気的な演算処理、例えば、加算、減算、除算、或いは、これらの組合せを行なうことにより、入

射光のスペクトルを識別することができる。

本発明において、光入射側の光電変換素子30の膜厚をあまり厚くすると、より長波長光まで吸収するので、光電変換素子40の膜が一定ならば、光電変換素子40の感度が低下することになる。逆に、光電変換素子30の膜厚をあまり薄くすると、光電変換素子40に入射する光の短波長成分が増大し、分光感度が変化してしまうので、光電変換素子の膜厚の設定は重要である。例えば、光電変換素子30の膜厚を500〜3,000 Åとし、光電変換素子40の膜厚をその1.5倍以上とするのが好ましい。

本発明の光センサにおいて、吸収係数の制御は重要であるが、この吸収係数の波長依存性は、 $\alpha - \text{Si} : \text{H}$  層の光学的禁帯幅と密接な関係がある。即ち、禁帯幅を大きくすれば、吸収係数の波長依存性は短波長方向にシフトし、逆に小さくすれば、長波長方向にシフトする。

この禁帯幅の制御は、 $\alpha - \text{Si} : \text{H}$  層の作製条件により行なうこともできるが、化学式、



(式中、AはC、Ge、Sn、N、BまたはPの元素を示し、x、yは0 ≤ x ≤ 1、0.05 ≤ y ≤ 0.5を示す。)で表わされる水素化非晶性元素化合物を、多層構造を形成している各素子の各層のうち、少なくとも1層に使用することも有効な手段である。

この場合、原料ガスとして、 $\text{SiH}_4$  ガスに、例えば、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{GeH}_4$ 、 $\text{SnH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PH}_3$ 等のガスを適当量混合して使用し、前述と同様の条件でグロー放電分解反応を行なえばよい。

得られる効果としては、例えば、 $\text{SiH}_4$  ガスに  $\text{CH}_4$ 、 $\text{NH}_3$  を混合すると禁帯幅が大きくなり、短波長光感度が上がる。また、 $\text{SiH}_4$  ガスに  $\text{GeH}_4$ 、 $\text{SnH}_4$  を混合すると禁帯幅が小さくなり、長波長光から赤外光に対して感度が上がる。

また、本発明において、各素子のi層、P層或いはn層に、粒径50〜150 Å程度の水素化微結晶化合物を少量存在させると、光電流が

## 特開昭59-27581(4)

増大するので好ましい。

かかる微結晶を含んだ $a-Si:H$ 層は、高周波の出力を大きくする、例えば、 $150\sim500$  Wとするか、或いは、原料ガスの $SiH_4$ ガスを水素ガスで、例えば、 $SiH_4$ が $0.5\sim5\%$ となるように希釈するか、或いは、グロー放電領域と基板との距離を大きくする等により形成することができる。

以上説明した本発明の光センサは、半導体工業の微細加工の技術を用いることによつて、分解能 $1/1000$ 以上のカラーセンサアレイを作製することが可能であり、更に、2次元カラーセンサへの応用も可能である。

また、薄膜作製技術の応用により、他の機能素子と一体としたモノリシックセンサとして使用することも可能であり、極めて優れた光センサである。

以下に実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明する。

実施例1

④の出力(光電流)の極大値を $1.0$ として、その相対感度として示した。

この図から明らかなように、光電変換素子 $30$ の感度の極大は約 $5,000\text{Å}$ 、光電変換素子 $40$ の感度の極大は約 $6,200\text{Å}$ と明らかな差が見られた。

従つて、例えば、緑色の光(波長 $5,000\text{Å}$ )が入射した場合、光電変換素子 $30$ の感度が高く検出され、また、赤色の光(波長 $6,500\text{Å}$ )が入射した場合は、逆に、光電変換素子 $40$ の感度が高く検出されるので、どちらの出力が大きいかを調べることによつて、色の識別ができることが分つた。

また、④と⑤の各波長における感度の比( $B/A$ )を第3図に示した。図から明らかなように、可視光領域( $4,000\sim7,000\text{Å}$ )に亘つて単調に増加している。即ち、 $B/A$ の値は、波長と対応しており、従つて $B/A$ の値を調べることによつて、入射光の色(波長)を一義的に決定することができることが分つた。

ガラス板上に $SnO_2$ を蒸着した導電性基板上に、容積結合型高周波グロー放電装置を用い、 $P-i-n$ 接合を有する光電変換素子 $30$ および $40$ の積層された第1図に示したような光センサを作製した。

$P$ 層、 $i$ 層および $n$ 層の堆積は、基板温度 $250^\circ\text{C}$ 、ガス圧力約 $1\text{ Torr}$ 、高周波出力 $55$  Wで行なつた。 $P$ 層形成の際に、 $B_2H_6$ ガスを $SiH_4$ ガスに対して $0.2$ 体積%混合したガスを原料ガスとし、 $n$ 層形成の際に、 $PH_3$ ガスを $SiH_4$ ガスに対して $0.5$ 体積%混合したガスを原料ガスとしてグロー放電分解を行なつた。

$P$ 層および $n$ 層の膜厚は、夫々、 $100\text{Å}$ および $300\text{Å}$ とし、 $i$ 層の膜厚は光電変換素子 $30$ においては $600\text{Å}$ 、光電変換素子 $40$ においては $3,600\text{Å}$ とした。

上述の様に作製した光センサに、ガラス板1側から、分光器を通して単色光化した光5(光源、タングステンランプ)を入射させて分光強度を測定し、第2図に示した。第2図は、

## 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光センサの構成例を示す断面図の概略図、第2図は、本光センサの感度の入射光波長依存性を示す図、第3図は、第2図の2曲線の各波長における比の値を示す図である。

1 ..... ガラス板、2 ..... 透明導電層、30,40 .....  $a-Si:H$ 光電変換素子、31,41 .....  $P$ 形 $a-Si$ 層、32,42 .....  $a-Si$ の真性半導体層、33,43 .....  $n$ 形 $a-Si$ 層、5 ..... 被検出光、6 ..... 上部電極、7 ..... A出力、8 ..... B出力

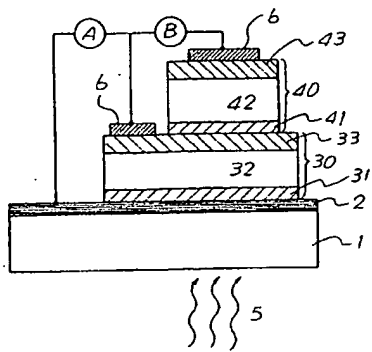
出 願 人 社団法人生産技術振興協会

代 理 人 弁 理 士 長谷川 一

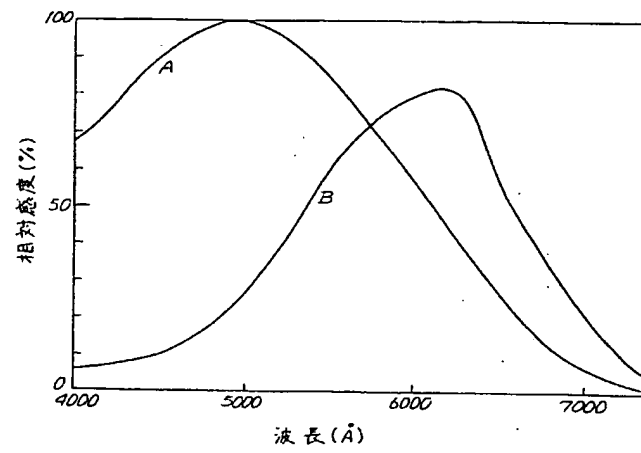
ほかノ名

特開昭59- 27581(5)

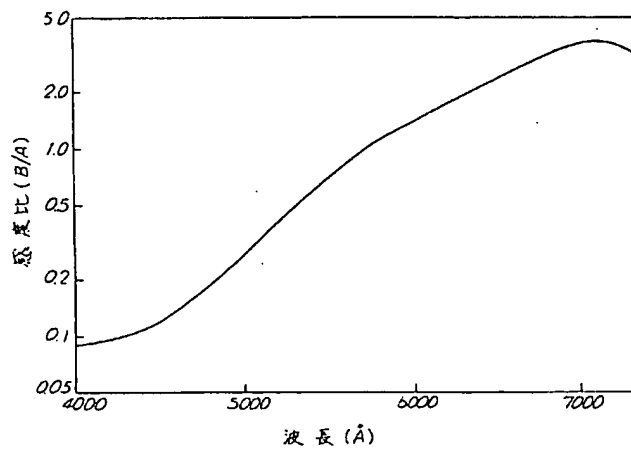
第 1 図



第 2 図



第 3 図



特開昭59- 27581 (6)

特許庁長官 若 杉 和 夫 殿

昭和57年10月26日

特許庁長官 若 杉 和 夫 殿

1 事件の表示 昭和57年特許願第135569号

2 発明の名称 光 セ ン リ

3 補正をする者  
事件との関係 出願人  
社団法人生産技術振興協会

4 代 理 人  
東京都千代田区丸の内二丁目5番2号  
三菱化成工業株式会社内  
世 ( 283 ) 6976  
(6806) 弁理士 辰谷川 ( ほか 1 名 )

5 補正の対象  
明細書の「発明の詳細な説明」の欄

6 補正の内容  
(1) 明細書第6頁第15行に「の比で」とあるのを  
「の体積比で」と訂正する。